

Différents types de béton

Ils seront composés selon les méthodes exposées à partir de la page 114.

2. LE BÉTON PRÊT À L'EMPLOI (BPE)

2.1 Normalisation

• Les bétons prêts à l'emploi (BPE) sont définis en fonction de l'environnement de l'ouvrage, des conditions d'utilisation des additions normalisées ainsi que des modalités de leur prise en compte dans le dosage en liant équivalent.

La norme XP P 18-305 précise leurs conditions de fabrication et fixe leurs caractéristiques, leurs qualités garanties et les essais aptes à vérifier ces dernières ainsi que les conditions de .

La norme distingue:

- le béton non armé (NA) : béton ne contenant pas d'armatures ou béton, situé en classes d'environnement 1 et 2, faiblement armé et dont les armatures sont protégées de la corrosion par un enrobage en béton d'au moins 5 cm.
- le béton armé (BA)
- le béton précontraint (BP)

À partir des deux éléments que sont la classe d'environnement et le type de béton, la norme spécifie les caractéristiques des bétons à mettre en oeuvre, notamment :

- la résistance caractéristique minimale pour les BCN (p.110), - le rapport E/L : eau sur liant
- la teneur en air pour les bétons soumis au gel,

- la nature du ciment utilisé dans le cas des environnements marins et agressifs.

Un guide édité par les professionnels du BTP facilite l'établissement des commandes du béton prêt à l'emploi.

BÉTON

- Les bétons à caractères normalisés (BCN) sont désignés à la commande par des caractères garantis et le producteur conserve l'initiative de la composition dans les limites fixées par la norme.

Toutefois, le client peut spécifier des caractères complémentaires en fonction des conditions particulières au chantier ou à l'ouvrage à réaliser.

- Les bétons à caractères spécifiés (BCS) sont définies à la commande par leur composition et, éventuellement, par des caractères particuliers autres que la résistance mécanique.

Le fournisseur garantit le respect des paramètres spécifiés à la commande.

2.2 produits courants proposés par les centrales « Béton de France »

- Béton à résistance garantie (ex. : Béton RMC) Un contrôle de fabrication très strict permet de proposer cette gamme de bétons dont les résistances garanties s'étendent de 16 à 27 MPa tout en étant très plastique. L'affaissement mesuré au cône est de 10 ± 2 cm (p.121).

- Béton à fluidité contrôlée et à résistance garantie (ex. : RMC FLUID)
Son affaissement est maintenu par un superplastifiant (p. 107) à 20 ± 3 cm pendant 30 à 60 minutes. Ensuite ce béton reprend progressivement la consistance d'un béton traditionnel de qualité (p. 121): C'est un béton pompable (p. 133) se mettant en oeuvre très rapidement (vidange de la toupie, déversement dans les endroits éloignés par un simple tuyau et une légère pente, remplissage et vidange d'une benne qu'au; instantanés).

Pour les ouvrages horizontaux, un réglage et un simple talochage suffisent pour niveler.

Sa grande fluidité nécessite une bonne étanchéité et une rigidité suffisante des coffrages dans lesquels il sera coulé. Pour cette raison, il est déconseillé de couler ce béton sans manche, guide ou tube si les hauteurs de chute excèdent 2,50 m.

Béton à prise rapide et à résistance garantie (ex. RMC RAPID)

Il permet un bétonnage par temps froid ou une rotation plus rapide des coffrages aux températures courantes.

Il est spécialement élaboré avec incorporation d'un adjuvant accélérateur de prise (p. 107) provoquant:

- une accélération de début et de fin de prise du ciment - une diminution de la période de sensibilité au gel,
- une augmentation sensible des résistances initiales, - une réduction de l'eau de gâchage tout en conservant une excellente ouvrabilité.

Le ressuage (p. 121) est nul ou négligeable. C'est un béton pompable (p. 133).

• Béton à retard exceptionnel (ex. • BÉTON RETARD RMC)

Ce béton, retardé dans la masse, du type BCS, de consistance ferme ou plastique, peut être utilisé durant 8 heures, et exceptionnellement 36 heures, suivant la spécification à la commande.

On peut l'utiliser pour emploi différé, par temps C dans les applications suivantes:

-béton non coffré : béton compacté, voiries et rétrovers, égalisation des sols, remplissages divers, de bordures,

- béton coffré: maçonnerie, béton courant non armé ou faiblement armé, béton faiblement sollicité.

Il peut être stocké mais en étant protégé par un film plastique contre l'absorption d'eau par le support et la dessiccation (p. 137). Il doit être également protégé contre les risques de gel.

Béton clair ou coloré (ex.: RMC COLOR) L'homogénéité des teintes est obtenue par le choix des granulats, des ciments et des colorants et par le malaxage dans la masse.

Les couleurs les plus souvent utilisées sont le rouge, l'ocre et le jaune. Des échantillons peuvent être élaborés en laboratoire pour approbation préalable sachant qu'ils ne fourniront qu'une indication sur le résultat final à grande échelle.

Lors de la mise en œuvre de ces bétons on devra :

- éviter des rajouts d'eau qui provoquent des différences de teintes,

- effectuer les coulages par couches de faibles épaisseurs en utilisant des coffrages propres et des huiles de décoffrage incolores,

- assurer de bonnes conditions de séchage en protégeant les parements achevés contre les intempéries.

Béton cellulaire prêt à l'emploi (ex. : BATI-POR et VOLU-POR)

Ces bétons, pouvant être jusqu'à 6 fois plus légers qu'un béton traditionnel, sont obtenus par mélange de sable, ciment et mousse cellulaire.

Leur masse volumique apparente est comprise entre 400 et 1600 kg/m³ pour des résistances mécaniques en compression comprises entre 0,5 et 15 MPa.

Incombustible et non toxique, le béton cellulaire ne contient aucun composant susceptible de dégager des gaz nocifs en cas d'incendie.

Béton non délavable

Grâce à l'action de produits chimiques spéciaux, ce béton ne subit ni ségrégation, ni délavage sous l'eau. Il est donc particulièrement adapté aux travaux sous l'eau et a la particularité de pouvoir être coulé sans coffrage sur des surfaces inclinées jusqu'à 35°.

Béton de fibres

À base de fibres métalliques ou synthétiques, sa consistance mesurée au cône d'Abrams (p.121) est de 16 ± 2 cm.

Béton de voirie

Il est réservé aux voiries à faible trafic (voies de lotissement et parkings, voies urbaines, chemins départementaux et **communaux, chemins d'exploitation..**).

3. LES BÉTONS À HAUTES PERFORMANCES

3.1 Applications

Pour mieux répondre à des contraintes architecturales et/ou techniques, l'emploi des BHP (bétons hautes performances) se généralise dans le bâtiment.

Leur emploi se justifie pour toutes les constructions comportant des éléments fortement sollicités et notamment pour:

- les ouvrages de grandes portées (ponts, viaducs...),

- les ouvrages de grande hauteur (diminution de la section des porteurs verticaux...),
- des pièces préfabriquées minces fortement sollicitées et dont le délai de décoffrage est très court (voussoirs...) ,
- des ouvrages en milieu marin (digues, quais, platesformes pétrolières...),
- les ouvrages de génie nucléaire...

Ces bétons permettent d'alléger des structures, d'augmenter les cadences de pose des éléments préfabriqués et celles de décoffrage des éléments coulés en place, de gagner de la place, de minimiser l'entretien.

Mais ils nécessitent une étude très soignée (composition, choix des matériaux, mise en oeuvre), l'emploi d'une main d'oeuvre qualifiée, un contrôle plus strict.

Le squelette granulaire peut être établi à partir d'une composition granulaire régionale optimisée, c'est-à-dire que la nature et les proportions des granulats ont été étudiées pour obtenir un rendement optimum en compacité (dosage en pâte inférieur à 30 %), résistance et ouvrabilité.

Leur coût est aussi plus élevé (surcoût de 15 % à 20 % pour passer d'un béton de 35 MPa à un béton de 60 MPa).

- Béton de granulats légers (ex. : RMC LÉGER)

De masse volumique apparente inférieure à 2 000 kg/m³, ils peuvent atteindre des résistances mécaniques comparables à celles des bétons traditionnels (p. 122).

3.2 Composants et dosage

- Les ciments (p. 103) (NF P 15-301) :

- classes 42,5 ou 52,5, voire 42,5 R ou 52,5 R pour obtenir une résistance élevée au jeune âge.
- pour limiter le prix de revient et le retrait, le dosage en ciment sera compris entre 400 et 500 kg/m³.

Les granulats doivent présenter:

- une résistance élevée (matériau dur et compact), - un rapport G/S (gravier/sable) élevé (p. 116),
- une forme tourmentée (de préférence concassée) améliorant l'adhérence pâte/granulats (p. 101),
- un D (p.116) de l'ordre de 10 à 16 mm.

On pourra par exemple choisir des gravillons concassés durs et compacts (pour la résistance), combinés à un sable naturel, roulé, propre (p. 114), riche en gros éléments pour la compacité du squelette et ouvrabilité (p. 121). Ce type de squelette permet de réaliser des BHP avec uniquement un plastifiant (p. 107).

Les superplastifiants réducteurs d'eau (p. 107) Leur emploi permet une réduction de la teneur en eau à consistance égale, ce qui entraîne la suppression d'un volume important d'eau non mobilisé par l'hydratation du ciment. Celle-ci plus complète et plus rapide, augmente la résistance du béton à court terme.

Leur dosage dépend du rapport E/C désiré (p. 116), de leur efficacité et de leur compatibilité avec le ciment. Les ultrafines

Les fumées de silice, dont les grains ont une courbe granulométrique qui s'étend de 50 angströms à 0,5 µm (contre 0,5 à 150 µm pour les grains de ciment), complètent la granulométrie du béton et augmentent ainsi sa compacité (p. 119). Cette finesse leur permet, lors du malaxage, de s'insérer entre les grains de ciment, ce qui diminue le dosage en eau. Ce rôle de défloculant n'est rempli qu'en présence d'un fluidifiant puissant.

En outre, elles présentent une réactivité à la chaux libre, liée à leur caractère pouzzolanique, ce qui entraîne la formation d'hydrates contribuant à une augmentation de la résistance mécanique.

Leur emploi n'est vraiment justifié que pour les BTHP. Le dosage optimum se situe entre 8 et 12 % sans excéder 20 % de fumées de silice par rapport au poids de ciment (un excès donne un béton « collant » nécessitant un apport d'eau incompatible avec la résistance visée).

4. BÉTONS DE FIBRES

La répartition des fibres (environ 60 mm de longueur) dans la masse du béton permet de différer la rupture fragile du béton en traction, en s'opposant à la propagation de fissures larges remplacées par des microfissures moins préjudiciables à la durabilité et à l'esthétique. La résistance en compression est inchangée.

Selon les cas (nature des fibres et type d'ouvrages (tableau 4), on peut:

- améliorer la résistance mécanique du béton à la traction grâce à une plus grande déformabilité, aux chocs, à la fatigue, à l'usure, au jeune âge,
- améliorer la plasticité, l'aptitude au moulage, l'aspect de surface du béton,
- réduire les conséquences du retrait par effet de couture des fissures et des microfissures.

Les caractéristiques mécaniques des bétons de fibres sont les suivantes:

- Résistance en traction Selon la nature et le dosage des fibres, elle est améliorée de quelques % à plus de 100 %. Cette amélioration dépend de l'adhérence de la fibre à la pâte et de l'orientation de fibres par rapport aux directions principales de contraintes. Les qualités d'adhérence sont déterminées par la forme et l'état de surface des fibres.
- Déformation à la rupture De l'ordre de 1 % pour un béton de fibres, ce qui en fait un matériau ductile. Elle ne dépasse guère 1 % pour un béton sans fibres.

I. GÉNÉRALITÉS

Excepté les chantiers où l'emploi du BPE s'impose (faible quantité de béton, manque de place), c'est l'analyse du coût de revient qui détermine le choix entre la fabrication foraine et le BPE (p.109).

Pour tout chantier (p. 98), et quelle que soit la composition de béton retenue (p.114), la fabrication foraine impose d'approvisionner, de stocker, de doser et de malaxer les constituants du béton selon des méthodes précises à l'aide d'« outils » de fabrication (bétonnières pour les petits chantiers: p.126, centrales de chantier pour les plus grands).

1.1 Stockage des constituants

Il doit être adapté aux besoins du chantier, en évitant aussi bien les ruptures de stock que les surstockages.

1.1.1 Le ciment

On distingue deux cas.

- Cas 1 : Petits chantiers (p. 98)

Conditionné en sacs (NF P 15-300), le ciment doit être stocké sur des palettes disposées sur un sol plat et sec. Les sacs seront protégés de la pluie, des remontées d'humidité du sol, des projections de boue et de tout choc mécanique susceptible de les déchirer. Si plusieurs types de ciment sont nécessaires, leur stockage sera séparé pour éviter erreurs et mélange.

- Cas 2 : Grands chantiers (p. 98)

Livré en vrac par camion-citerne, le ciment est déchargé pneumatiquement et stocké dans des silos (NF P 11-301) verticaux de forme cylindrique (section circulaire ou polygonale) d'une capacité supérieure à 30 t (fig. 1).

Fig. 1. Silo de stockage de ciment.

Fabrication des bétons

NF P 17307 8 75-300

Fig. 2. Stockage vertical des granulats.

Le silo est composé des éléments suivants:

- le corps en construction métallique soudée, pour les petites et moyennes installations, dont les dimensions transversales doivent respecter le gabarit routier (p. 35). Une peinture intérieure facilitera la vidange en diminuant les frottements ;
- la partie supérieure qui comporte une cheminée (évent de décompression) équipée en général d'un dépoussiéreur, d'un trou d'homme avec fermeture étanche, d'un garde-corps, de l'arrivée de la tubulure de chargement (avec raccord type pompier) et d'anneaux de levage;
 - le cône (parfois dissymétrique « cône déjeté » limitant la formation de voûtes) qui comporte en partie inférieure le dispositif de fermeture (diamètre d'ouverture minimal recommandé: 40 cm) ;
 - le piétement en tubes et profilés en acier;
- les équipements complémentaires ; dispositifs antivoûte (a) et détecteurs de niveaux (b).

1.1.2 Les granulats

Il faut éviter tout mélange entre des granulats de natures, d'origines ou de classes granulaires différentes (p. 101).

Une aire, en général bétonnée et légèrement inclinée (écoulement des eaux), sera aménagée et équipée si nécessaire de canalisations de distribution de vapeur, pour assurer le réchauffage des granulats.

Lorsque la place sur le chantier est réduite, on peut stocker les granulats dans des silos (fig. 2).

MISE EN ŒUVRE DU BÉTON

1.1.3 Les adjuvants (p. 106)

Ils sont stockés dans des bidons ou des containers fermés bien identifiés. Les précautions concernant le stockage par temps froid, ainsi que les dates limites d'emploi doivent être scrupuleusement respectées.

1.1.4 L'eau

Lorsqu'un stock tampon est prévu, il devra rester à l'abri des pollutions (matières **organiques, chlorures, sulfates, etc.**).

1.2 Dosage des constituants

Le ciment est acheminé du silo à la trémie de dosage, par des vis sans fin (qui assurent un débit régulier) à l'abri de l'humidité ambiante, ou par transport pneumatique.

Le dosage pondéral (préférable au dosage en volume) est assuré mécaniquement (un fléau, portant la trémie remplie de ciment, bascule lorsque le poids requis est atteint et déclenche l'arrêt de l'arrivée du ciment), ou électroniquement (l'arrêt est déclenché par un signal provenant d'une jauge de déformation).

Les granulats sont repris par skip, dragline ou par bras raclant (p.128) et acheminés par bande, tapis ou directement par bec verseur jusqu'à la doseuse. La teneur en eau des granulats doit être mesurée de façon continue à l'aide de sondes (capacitives, par résistivité ou à neutrons) moyennant un étalonnage.

Le dosage en eau de gâchage sera effectué, par des compteurs volumétriques ou des pompes doseuses, déduction faite de l'apport d'eau contenue dans les granulats (p.116).

2. FABRICATION

Le choix d'une bétonnière ou d'un malaxeur dépend de sa capacité de production, de son aptitude à malaxer différents types de mélanges (secs, plastiques, caverneux, pleins) pour donner des bétons réguliers adaptés aux besoins d'un chantier.

2.1 bétonnières

Les bétonnières comportent une cuve munie de palettes fixes qui est animée d'un mouvement de rotation autour d'un axe horizontal ou légèrement incliné. Ce mouvement assure le mélange des matériaux qui retombent par gravité.

- Bétonnières à axe incliné ou à cuve basculante Lors du remplissage, du malaxage ou de la vidange de la gâchée, l'axe de ces bétonnières présente différentes inclinaisons. Le brassage des éléments est amélioré lorsque l'axe est faiblement incliné sur l'horizontale (15 à 20°). La vidange est obtenue par basculement de la cuve. Ces bétonnières sont utilisables pour des gâchées n'excédant pas 500 litres et pour des bétons plastiques de qualité moyenne.
- Bétonnières à axe horizontal (cylindro-coniques) Pour des gâchées supérieures à 500 litres, le poids des matériaux rend impossible l'utilisation d'un tambour basculant. L'axe de rotation reste donc horizontal, ce qui augmente le volume de la cuve, à production équivalente.

Ces appareils, plus lourds, plus coûteux et plus robustes permettent la production d'un béton de meilleure qualité. Ils comportent, en général, deux ouvertures, l'une pour l'arrivée des matériaux, l'autre pour la vidange, obtenue par inversion du sens de rotation ou parfois par basculement d'une goulotte.

Ces bétonnières peuvent être équipées (fig. 3) de dispositifs de chargement de dosage en eau et de roulements pour leurs déplacements.

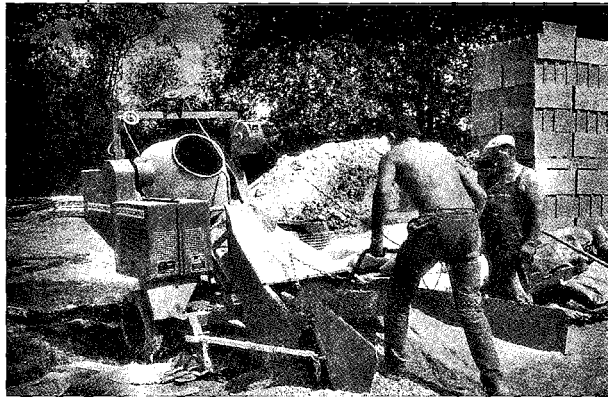


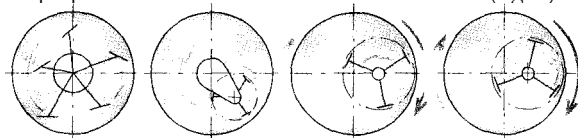
Fig. 3. Bétonnière à axe inclinée.

- Bétonnières portées : page 131.
- Autobétonnières (petites bétonnières portées montées sur châssis autotractés) : certaines disposent de leur propre système d'alimentation en constituants. Le béton peut être déchargé à son lieu d'utilisation (petits chantiers de VRD, équipements de chaussées, fondations de maison individuelle).

2.2 Malaxeurs

Les palettes, animées de mouvements relatifs, assurent une homogénéité du mélange supérieure à celle obtenue avec les bétonnières, grâce au déplacement relatif des composants à l'intérieur du mélange et de la cuve (auge).

La plupart des malaxeurs sont à axes verticaux (fig. 4) et les déplacements sont essentiellement horizontaux).



n° 1	n° 2	n° 3	n° 4
Malaxeur à cuve fixe et à train palettes et (turbo-malaxeurs).	Cuve fixe et à train de palettes rotatives excentrées (à train même sens.	Cuve avec train fixe excentré de palettes tournant dans même sens.	Cuve avec train excentré de palettes tournant en inverse.

Fig. 4. Malaxeurs à axes verticaux.

126 MISE EN ŒUVRE DU BÉTON

Les malaxeurs à axes horizontaux (fig. 5) sont munis de palettes hélicoïdales dont les formes permettent un brassage intense du béton : ces appareils, équipés de moteurs 2 à 3 fois plus puissants que les bétonnières (à volumes égaux de béton malaxé), sont plus coûteux et consomment plus d'énergie.

Ils sont intéressants pour des débits de béton importants, des productions variées et des productions de qualité (faible dispersion des résistances).

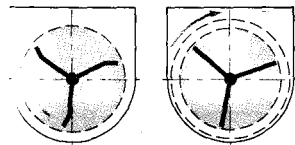


fig 5. Malaxeurs à auge à axe horizontal.

2.3 Caractéristiques des engins de malaxage

Elles sont données par le tableau 1.

Paramètres malaxage	à axe vertical	à axe horizontal
Ordre d'introduction des composants	1. Gravillons + eau 2. Ciment + reste d'eau + sable 3. Reste de gravillons	1. Ciment + eau (avec adjuvants dilués) 2. Sable 3. Gravillons
Vitesse de rotation N (tr/min)	< 20	20 à 30 v \ quand diamètre cuve /
Temps de malaxage	<ul style="list-style-type: none"> à axe incliné : 100 à 120 s pour 40 tours à axe horizontal : 50 à 60 s pour 20 tours 	<ul style="list-style-type: none"> 25 à 30 s pour 8 tours
!	2 à 3 min pour béton très ferme ou riche en éléments fins.	

Tableau 1. Caractéristiques des engins des malaxage.

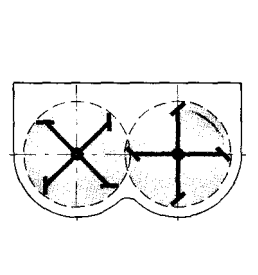
2.4 choix des engins de malaxage (tableau 2)

Il est basé sur un paramètre DNZ où: • D est le diamètre de la cuve (m),

• \ ' représente la vitesse de rotation (tr/min).

Type d'engin	DNZ
Centrale à béton de préfabrication ou de négoce	200 à 250
Centrale à béton de chantier de 8 à 150 m³/h	350 à 450
Bétonnières à axe incliné jusqu'à 0,6 m³	350 à 450

tableau 2. Valeur de DNZ nécessaire vis-à-vis de l'utilisation de l'engin.



2.5 centrales à béton

Les centrales à béton mobiles compactes, au gabarit routier connaissent un essor important. Transportables, montées sur remorques, elles se mettent en place sans génie civil, tout en étant dotées d'automatismes et de pesages de haute précision. Équipées de bétonnières à axe horizontal ou de malaxeurs à axe vertical (p.126), elles peuvent débiter de 8 à 150 m³/h (voire 200 m³/h pour des centrales de BPE (p.109)).

2.5.1 centrale pour chantier de bâtiment

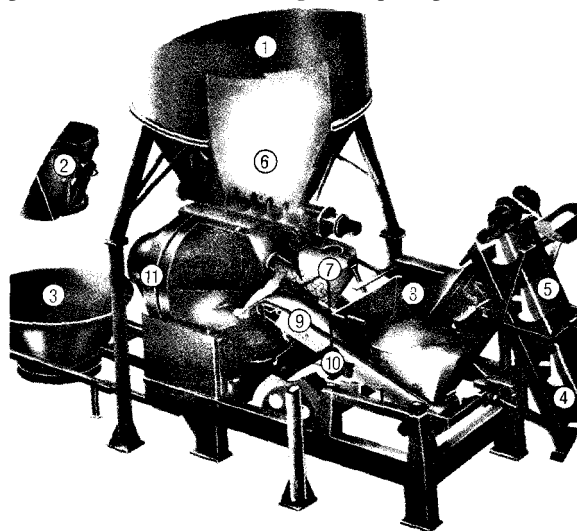
a) Généralités

Ces centrales présentent une production horaire de 6 à 40 m³/h (tableau 3).

L'opérateur affiche sur un tableau de programmation les quantités des différents constituants puis enclenche le fonctionnement automatique donnant le départ du cycle. Ces centrales peuvent également être commandées manuellement.

Les granulats, stockés en étoile (fig. 6) et chargés par bras raclant (1 à 5 selon les modèles et les fabricants), sont déversés soit directement dans une bétonnière autochargeuse soit dans une trémie de pesage pour être transportés par un tapis d'alimentation dans la bétonnière.

Le ciment stocké en silos (deux au maximum) est chargé dans une trémie de pesage, par l'intermédiaire d'une vis incorporée au silo et acheminé par une vis à ciment vers la bétonnière. Certaines centrales sont équipées de panier porte-benne couissant qui, en fin de course, déclenche l'inversion du sens de rotation de la cuve qui se vide alors dans la benne. Dans ce cas, le cycle (dosage, transfert des granulats, malaxage et vidange) se répète automatiquement par la seule intervention du grutier qui dépose la benne.



7. Silo

2. Benne de chargement 3. Panier porte-benne 4. Bras raclant

5. Godets et chaînes

6. Vis à ciment incorporée 7. Doseur de ciment avec vis sans fin

8. Trémie de pesage des agrégats

9. Tapis de transfert des agrégats

10. Électropompe d'eau 11. Cuve

Fig. 6. Centrale type de chantier de bâtiment

La centrale est assise sur une plate-forme (fig. 7) (terminée huit jours avant l'installation) constituée par un radier en BA (épaisseur et constitution à déduire des charges et de la nature

Caractéristiques du bras			Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)	Poids (kg)	Nombre godets
y	Production horaire	0,6	8(1)	0,6	2,8	700	31
	(m³/h)	1,3	8,5(2)	0,6	2,8	900	40
Dispositif et emplacement des bras raclants		14 610/16 500	15 800	14 610/16 500	16 500	15 800	16500
		A	B	C -	D		F
Nombre de bras		1	1	2	2	2	3
Agrégats en série		2	2	p	3	4	4
Position		Frontale	Latérale	Frontale	Frontale, Latérale	Latérale	Latérale, Frontale
Volume de	(1)	106 à 120	75 à 90	110 à 120	145 à 165	150 à 170	190 à 215
stockage	(2)	100 à 110	70 à 85	100 à 110	135 à 155	140 à 160	175 à 195
Les indications chiffrées (croquis A à F) correspondent aux cotes d'encombrement.							

Tableau 3. Stockage des granulats (valeurs types).

Fig. 7. Plate-forme type.

128 MISE EN ŒUVRE DU BÉTON

du sol). Le temps de montage est de l'ordre de 1 à 2 jours selon les modèles (en fonction du nombre de rayons raclants et de silos).

Le tableau 4 donne les principales caractéristiques des centrales de chantier de bâtiment.

Tableau 4. Caractéristiques principales des centrales de chantier de bâtiment.

b) Critères de choix

Le seuil de rentabilité conduisant au choix d'une centrale à béton par rapport au B.P.E. se situe entre 1000 et 2 000 m³ de béton produit.

Il faut également considérer la production journalière, la capacité de levage de la grue, la mise en place du matériel et les caractéristiques de l'installation électrique (tableau 4).

Un choix peut être arrêté en déterminant le coût du béton produit par la centrale et en le comparant au coût du béton livré sur chantier (BPE) (tableau 5). Le calcul est analogue si l'on considère la location d'une centrale.

2.5.2 Centrale pour chantier de travaux publics

Les matériels sont plus puissants mais doivent rester malgré tout transportables au gabarit routier (p. 35).

Le stockage des granulats se fait en étoile à compartiments séparés par des murs et alimentation par dragline (fig. 8), ou dans des trémies en ligne avec alimentation par chargeur à l'aide de rampes sur un ou deux côtés ou par tapis peseur (fig. 9).

Les opérations sont gérées à partir d'une cabine de commande équipée d'un pupitre où, sur un tableau synoptique on visualise à chaque instant l'état de l'installation en fonction du déroulement des opérations. Les panneaux de commande sont répartis par fonction. La fabrication peut être assurée selon trois modes de fonctionnement : commande presseboutons ou automatique, ou isolement des commandes et blocage de la séquence automatique en cours.

Tableau 5. Calcul du coût du béton produit par une centrale sur chantier de bâtiment.

	Exemple avec valeur approximative d'achat de la centrale Valeur d'achat :500 (kF) Cadences sur chantier 36 m ³ /j, soit : 756 m ³ /mois
	Béton dosé à 350 kg/m ³ de CPJ CEMII/B 42,5
	Sable = Gravier (prémélangé) F/t x x = F Ciment = Fourniture : (0) le m ³ = F
	Amortissement du matériel (1) • Sur 5 ans : (en KF) • Mensuel : Prix d'achat 500 <u>540 000</u> Entretien (8 %) 40)(5 x 11 (mois) x 0,9 ^{540 - 10010F} Coût pour 1 m ³ de béton fini : 10 910 : <u>756</u> = 14,43 F/m ³ (HT) Amenée du matériel et mise en place (2)
	mécanicien 5 h 130F = 650 camion semi-remorque 1 j = 3 000 4 550F radier béton = 900 Repliement, transport, mise an dépôt (3)
	mécanicien 5 h 130F = 650 camion semi-remorque 1 j = 3 000 ^{1 3 650F} Montage, démontage, transport pour un chantier de 6 (2) + (3) 8 200 :756 x 6 = 1,81 F/m ³ (HT) Consommation horaire de la centrale (4)
	23 kW x 1,50 F = 34,50 F/heure Coût pour 1 m ³ de béton fini : 34,50:25 (m ³ /h) = 1,38 F/m ³ (HT)
	Amortissement de la centrale (1) :14,43 F Installation et repliement (2)+(3) : 1,81 F Consommation (4) : 1,38 F Prix de revient du m ³ HT ((0) + (1) + (2) + (3)) + (4) F

$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$
$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$
$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$	$\frac{c}{a}$
m ³	daN	m ³ /h	m ³	daN	kW	A	t	daN
0,4	900	12	1 000	1 800	7,5	25	30	1 750

0,5	1	15	2000	11	32			
0,6	1 380	17	3 000 à 4 000	2 700	15	45	40	2050
1	2 380	26 à 30	>4500	4 400	22,5	63	50	4 500
1,3	2 990	32		5 600	40	80		

MISE EN ŒUVRE DU BÉTON j»

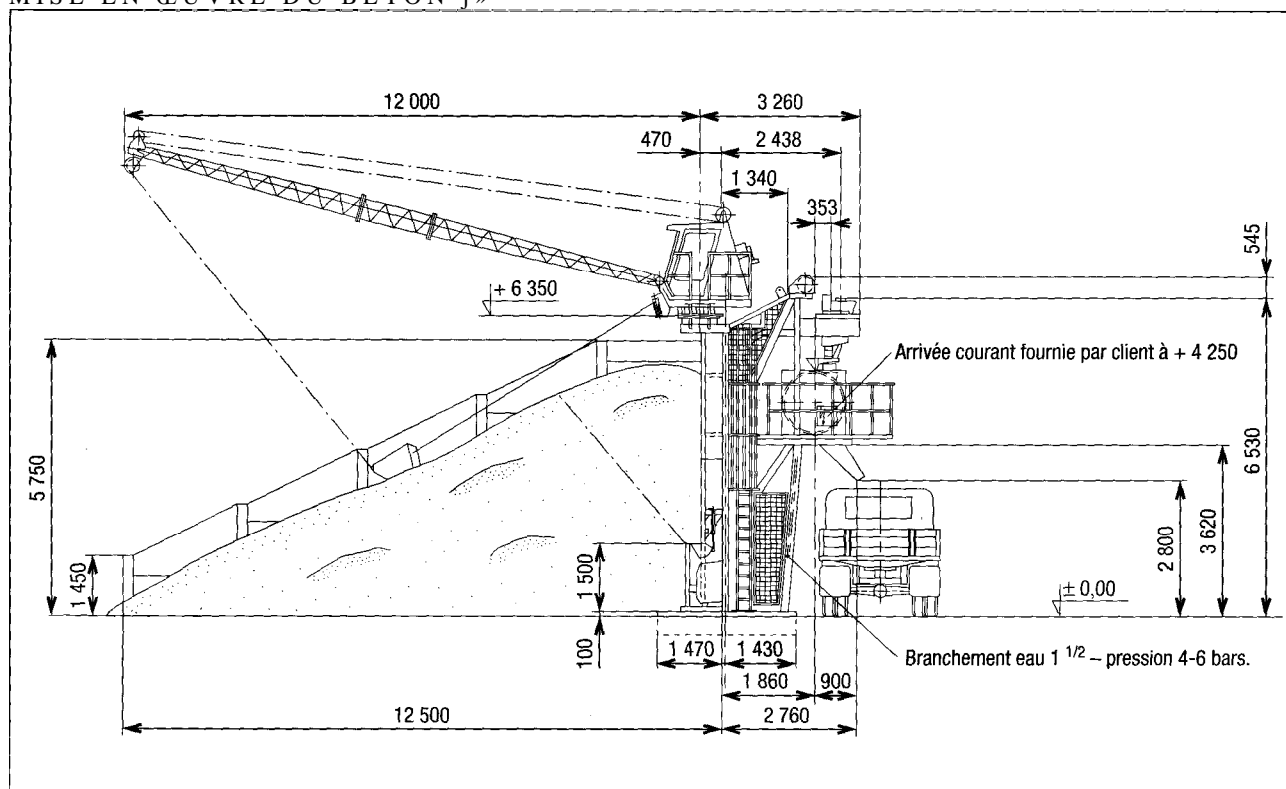
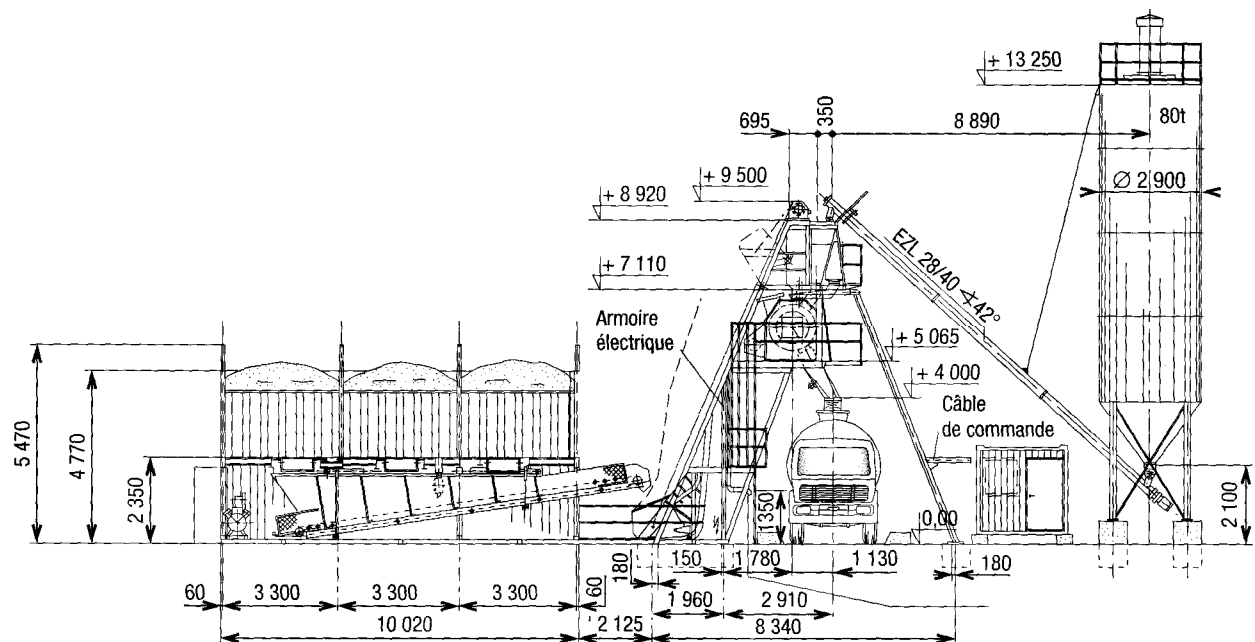


Fig. 8. Stockage des granulats en étoile.

Capacité totale 3-6 compartiments = 54-60 m³

Capacité totale 2-4 compartiments = 34-40 m³



Branchement d'eau chantier 2" pression service 4-6 bars

Fig. 9. Stockage des granulats en ligne.

130 MISE EN ŒUVRE DU BÉTON

1. GÉNÉRALITÉS

Au cours du transport, deux phénomènes sont à éviter : la ségrégation du béton (p.121) due aux secousses et vibrations, et le raidissement du béton qui est provoqué par le début de la prise (p. 105).

Le béton doit aussi être protégé vis-à-vis des agents atmosphériques (le vent ou le soleil provoque une déshydratation en surface, la pluie risque de délayer le béton frais) . La température a une incidence sur le temps de prise. Une augmentation de 10 °C peut diviser le temps de prise par deux.

Le délai de transport, temps entre la fabrication de la gâchée et la mise à disposition du béton sur le chantier, est de 1 h 30, pour une température inférieure ou égale à 20 °C. Pour une température supérieure de 10 °C, il faut réduire ce temps par deux.

Le béton doit avoir pris sa forme définitive au plus tard deux heures après sa fabrication à la centrale (t = 20 'Q. La mise en place dans les coffrages doit se faire dans les 30 minutes suivant l'arrivée du béton.

2. TRANSPORT DU BÉTON DE LA CENTRALE DE BÉTON PRÊT À L'EMPLOI BPE) AU CHANTIER

2.1 Camions bennes

Ils sont utilisés pour transporter du béton ferme (béton sec ou faible affaissement au cône d'Abrams) (p. 121) sur une distance maximale de 30 km. Le béton est alors protégé des agents atmosphériques par une bâche (p.137).

2.2 Bétonnières portées ou camions toupies (fig. 1)

Fig. 1. Bétonnière portée ou camion toupie.

À l'heure actuelle, 95 % des centrales de béton prêt à l'emploi étant du type centrale de malaxage (p. 127), le rôle des bétonnières portées est réduit à celui du transport (sur une distance maximale de 50 km) et accessoirement celui d'homogénéisation du béton.

Leur capacité est de 6 m³, voire 9 à 10 m³ lorsque la cuve est placée sur remorque.

Elles se composent d'un châssis automoteur, d'une cuve tournant sur un axe légèrement incliné par rapport à l'horizontale (10 à 15°), d'un dispositif d'entraînement de cette cuve et d'une réserve d'eau (0,4 à 1 m).

transport du béton

NF P 18-457

La cuve est de forme cylindro-conique. Son volume est environ égal à 1,7 fois le volume de béton pour lequel elle est prévue. Dans la cuve, une pale ou une lame d'acier, formant vis, déplace le béton en translation quand la cuve est en rotation. Selon le sens de rotation, le béton est déplacé vers le fond de la cuve (remplissage de la cuve et malaxage ou homogénéisation du béton) ou vers la sortie (vidange de la cuve).

La vitesse de rotation de la cuve est de 1 à 2 tours par minute pendant le transport (agitation) et de 10 tr/min en brassage (pour une réhomogénéisation).

La réhomogénéisation (après transport ou incorporation de fluidifiant) est obtenue en augmentant la vitesse de rotation de la cuve (brassage) pendant 1 à 2 minutes.

En sortie de la cuve, on évite toujours d'utiliser les 50 premiers litres.

Certaines bétonnières portées sont équipées d'accessoires (tube, tapis transporteur ou pompe à béton (p.133)) facilitant l'approvisionnement du béton.

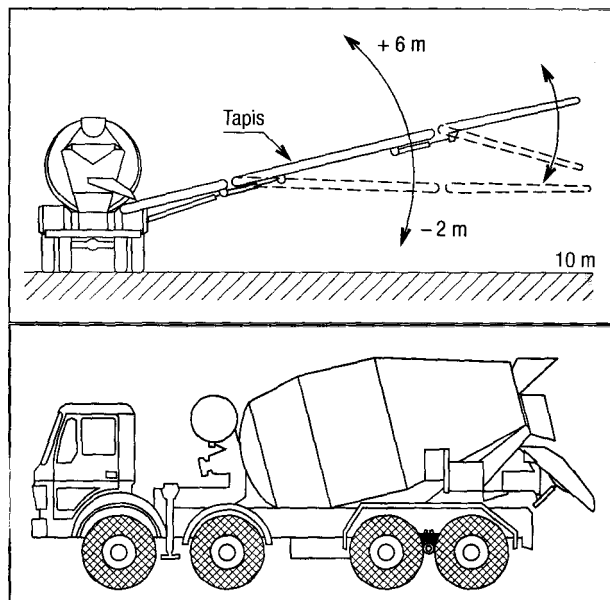
Les bétonnières équipées de tubes (fig. 2) permettent la mise en oeuvre d'un béton fluide en contrebas.

Fig. 2. Bétonnières portées équipées de tube.

Les bétonnières équipées de tapis transporteurs (fig. 3) ont les caractéristiques suivantes: le tapis est articulé en trois éléments, sa longueur développée est de 18 m au maximum. Elles permettent le déchargement du béton jusqu'à 10 m du camion sur une hauteur de 5 à 6 m (attention au risque de ségrégation en sortie de tapis).

Fig. 3. Bétonnière portée munie d'un tapis transporteur articulé (-e=10 m).

MISE EN ŒUVRE DU BÉTON 1

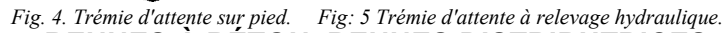


3. STOCKAGE TEMPORAIRE DU BÉTON

Les trémies d'attente ou trémies de reprise sont des cuves en acier de 2,5 à 9 m³, de la capacité d'une bétonnière portée (p. 131), destinées à stocker et redistribuer le béton reçu sur le chantier. Elles sont remplies à l'arrivée du camion toupie et réduisent ainsi leur temps d'immobilisation. Ce stockage provisoire peut durer de 30 minutes à 8 heures, si on utilise des bétons avec retardateur de prise (p. 108). Certains modèles sont pourvus d'un dispositif d'agitation (pales en rotation), garantissant une homogénéité correcte du béton.

Les trémies d'attente à pieds fixes sont placées sur une structure en hauteur pour permettre un remplissage par gravité des bennes distributrices; le remplissage se fait alors par tapis roulant (fig. 4).

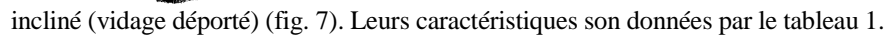
Pour les trémies d'attente à relevage hydraulique, le remplissage se fait en position basse et le vidage en position haute (fig. 5).



Ces poches en acier, parfois en aluminium, assurent le transport du béton jusqu'au coffrage. Elles sont munies d'un dispositif de levage (anse ou palonnier) permettant une saisie aisée par la grue.

La commande d'ouverture de cette trappe est mécanique: par levier ou par volant. Il existe des systèmes pneumatiques dont l'ouverture est provoquée par des vérins à air comprimé. Des bouteilles de gaz comprimé sont alors placées sur la benne (benne de forte capacité > à 2 000 litres).

Les bennes les plus couramment utilisées ont une forme cylindro-conique à axe vertical (vidage central) (fig. 6) ou



Des précautions seront prises contre les risques de ségrégation du béton en limitant la hauteur de chute du béton ($h < 1$ m) et en utilisant une benne équipée d'un tuyau souple (fig. 8).

Capacité de 350à2250L

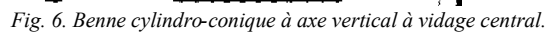
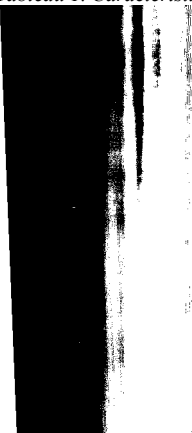


Fig. 7. Benne à vidage déporté, Fig. 8. Benne à tuyau. ouverture par volant.

Poids total en charge (kN)

Tableau 1. Caractéristiques des bennes à béton.



Capacité (L)	Poids à vide (kN)	
350	1 à 3	9 à
500	2 à 3	13 à
1 000	3,3 à 4,3	25 à
1 500	4,5 à 6	37,5
2 000	5,7 à 8	50 à

Le béton utilisé dans les bennes à tuyau doit être d'une consistance appropriée. L'affaissement minimum au cône (p. 121) sera de 5 à 6 cm pour des granulats roulés, et à 8 cm pour des granulats concassés.

Ç. POMPES À BÉTON

Lorsque les grues sont saturées (p. 203) ou démontées, ou, lorsque les accès (p. 221) sont difficiles (travaux souterrains), on a recours au pompage du béton.

Cette technique permet le transport et la distribution du béton sur de grandes distances et à des grandes hauteurs.

5.1 Principes

On dispose d'une trémie dans laquelle est versé le béton, d'un système de pompage et de tuyaux d'acier jusqu'au lieu de bétonnage.

Le pompage par tube flexible (fig. 9) est assuré par l'écrasement d'un tuyau souple par des galets en caoutchouc, entraînés par une chaîne ou un rotor. Ce système est utilisé pour des pompages courts (longueur 50 m, dénivelée 10 m) et des débits de l'ordre de 15 m³/heure.

Fig. 9. Pompe à béton, à écrasement de tube flexible.

Les pompes à pistons (fig. 10) sont constituées par deux pistons travaillant en opposition. Un cylindre refoule le béton dans les tubes alors que l'autre aspire le contenu de la trémie d'alimentation. Un système de distribution par tube orientable assure la continuité du pompage.

Axe de rotation du tube de distribution

10. Pompe à béton à piston.

Matériel a) Pompe fixe Elle est utilisée à demeure sur le chantier (fig. 11).

Fig. 11. Pompe fixe de chantier.

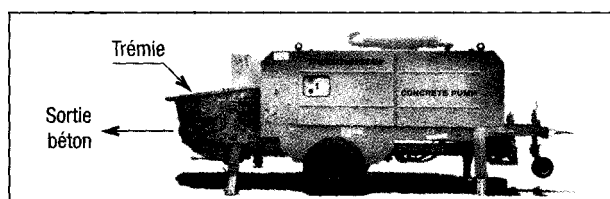
b) Système mobile

Sur certains camions-pompes, les tuyaux liés à un mât articulé permettent un bétonnage à des distances importantes (fig. 12).

Fig. 12. Camion pompe avec mât de distribution.

Pour d'autres chantiers, on utilise un mât monté sur une colonne tubulaire ou sur un fût de grue (fig. 13).

Fig. 13. Mât fixe de distribution du béton (exemple).



	Caractéristique	techniques	(exemples)
Type	L_v	L_n	L_p
24	23,6	19,7	14,5
28	27,6	23,8	18,1
32	32	28,1	22
36	35,9	32	24,7
42	41,9	38	29,1
46	45,5	41,9	34,2
52	52	48,1	38,1
62	61,7	58,1	T

3

â r

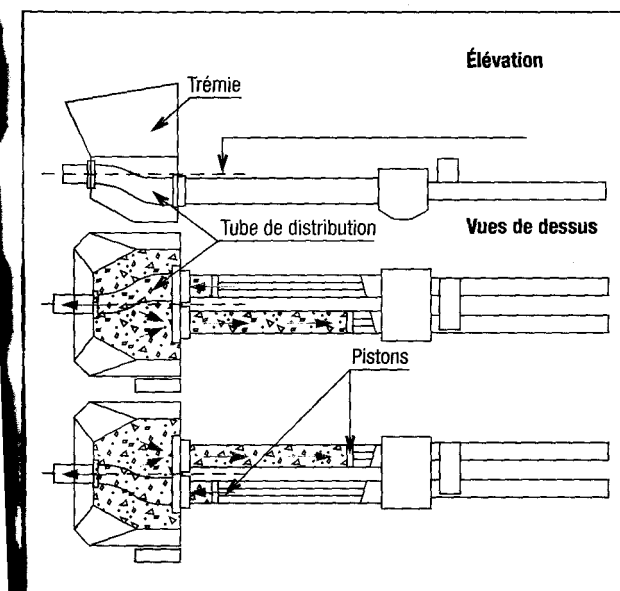
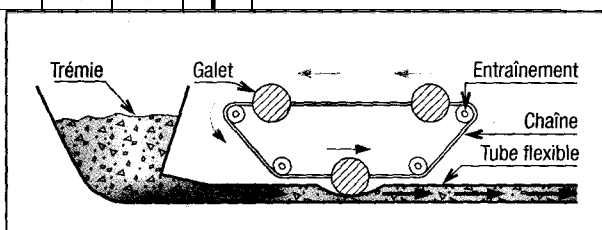
>

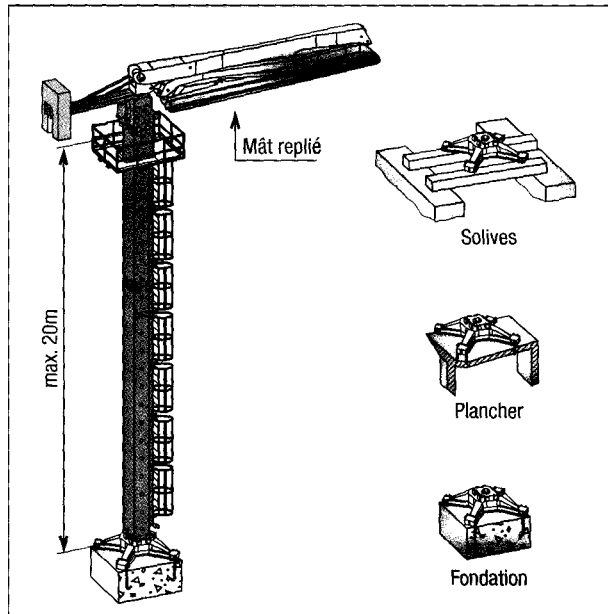
J

Portée

horizontale

ô





c) Réseau fixe

Les tubes utilisés pour réaliser le réseau de distribution sont en acier, d'épaisseur 4,5 à 10 mm selon la pression de pompage, de longueur 1, 2, 3 et 6 m. Les diamètres courants

"OZ P 18-101 -304 ET -457

sont de 100, 125 et 150 mm. Leurs extrémités sont munies de collerettes mâle et femelle qui, à l'aide d'un collier, permettent un accouplement aisé et étanche.

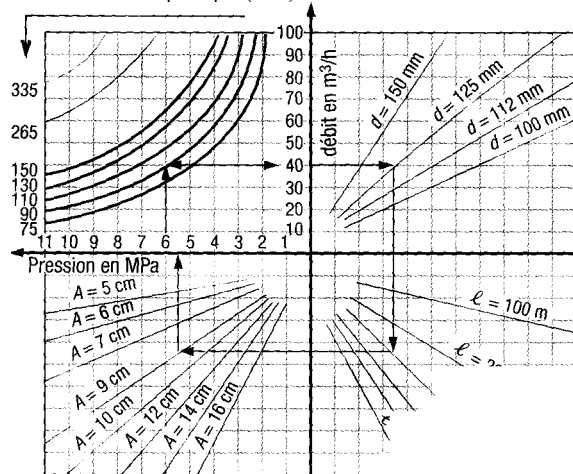
Des coudes à 90, 60, 45, 30 ou 15° servent aux changements de direction (rayon des coudes: 25 cm). Des aiguillages permettent la distribution en différents points. Les tubes doivent être liés rigidement au support sur lequel ils reposent.

En fin de réseau, ou en extrémité de mât (p. 133), le béton est mis en place dans les coffrages par un flexible spécial. Le bétonnage terminé, un soin important doit être pris pour le nettoyage de la pompe et du réseau. Un premier nettoyage est fait à l'eau, puis une boule de mousse est alors poussée, par de l'eau ou de l'air, dans les tubes.

S.3 Dimensionnement d'une pompe

Un abaque (fig. 14) fourni par le constructeur permet de déterminer la puissance de la pompe en fonction du débit de béton en m³ par heure, du diamètre des tuyaux de distribution, de la longueur des tuyaux et de la hauteur à franchir, de l'ouvrabilité du béton.

Puissance de la pompe (kW)



Diamètre d de la tuyauterie

P
... ~ \sim a_{oo},

A = ouvrabilité au cône 2 = longueur de la tuyauterie
Pour un refoulement, ajouter 0,025 MPa par m de dénivelée.

Pour tenir compte de la perte de charge dans les angles, on compte chaque coude pour une longueur de tuyau supplémentaire : un angle de 0° correspond à 1 m de tube horizontal.

Fig. 14. Diagramme de dimensionnement d'une pompe.

• Hypothèses

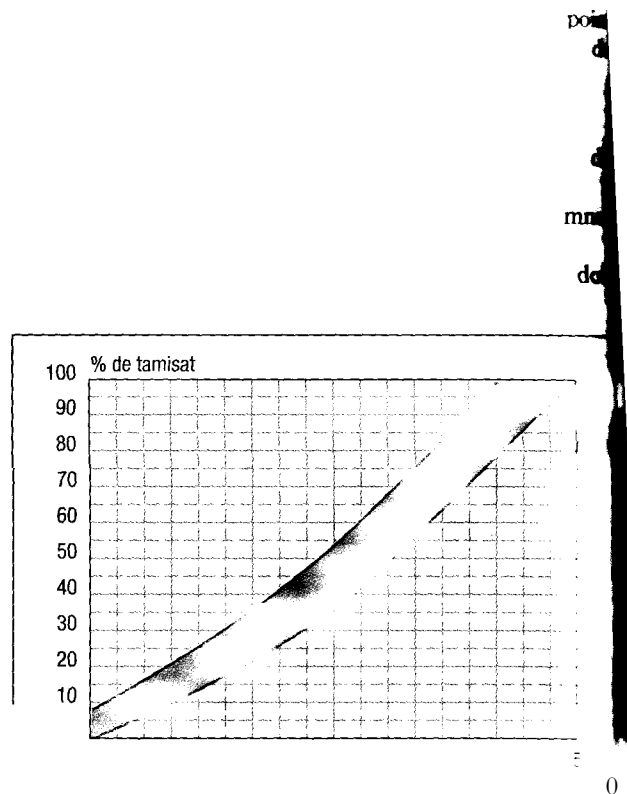
- débit demandé: 40 m³/heure,
- diamètre prévu de la tuyauterie: 125 mm,
- tuyauterie: 170 m horizontal, 20 m vertical, 10 coudes à 90°, 3 coudes à 60°,
- affaissement au cône : A = 9 cm.

• Calculs et utilisation du diagramme

- On commence au point 40 m³/heure, on trace une horizontale jusqu'à la droite d = 125 mm.
- On calcule la longueur de la tuyauterie: 170 + 20 + 10 coudes à 90° + 3 coudes à 60°, 170 + 20 + 10 x 9 + 3 x 6 = 300 m.
- On trace donc une verticale jusqu'à la droite f = 300 m une horizontale jusqu'à la droite A = 9 cm. On obtient alors une pression de 5,5 MPa.
- La dénivelée de 20 m entraîne une surpression de 20 x 0,025 = 0,5 MPa à rajouter. L'intersection de la verticale 6 MPa et l'horizontale 40 m³/heure nous donne un point situé sur la courbe 90 kW. On choisira alors une pompe 90 kW avec laquelle on aura un débit de 40 m³/heure.

5.4 Critères de pompabilité d'un béton

- La teneur en éléments fins (ciment compris) doit être l'ordre de:
 - 400 à 420 kg/m³ pour des fines inférieures à 0,16 - 350 kg/m³ pour des fines inférieures à 0,08 mm.
- La courbe granulométrique (NF P 18-304 et p. 101) être contenue dans le fuseau donné figure 15.



0,08 0,16 0,315 0,63 1,25 2,5 Module de finesse entre 2,3 et 3
Fig. 15. Sable : fuseau recommandé pour un béton pompable.

- Le diamètre des plus gros graviers est inférieur au quart du diamètre du tuyau. Des études empiriques réalisées par l'ACI (American Concrete Institute) concernant les proportions optimales de gravier sont présentées tableau

Taille des plus gros granulats	Module de finesse du sable (NF P 18-304, p.101)		
	2,40	2,60 2,80	3,00
13 mm	0,59	0,57 0,55	0,53
19 mm	0,66	0,64 0,62	0,60
25 mm	0,71	0,69 0,67	0,65
38 mm	0,75	0,73 0,71	0,69

Volume de granulat roulé par unité de volume de béton = V_u/m^3 pour différents modules de finesse du sable.

Tableau 2. Proportion de gravier recommandée (ACI) pour un béton pompé.

- La consistance du béton doit être plastique: affaissement au cône entre 5 et 15 cm (p. 114). Ainsi, le béton réalisera une faible viscosité et une cohésion élevée. L'adjonction d'un plastifiant réducteur d'eau (p. 107) ou d'un adjuvant antidéclavage pourra améliorer la pompabilité.

D (mm)

134 **MISE EN ŒUVRE DU BÉTON**

Vibration et cure des bétons

NF P 18-447

1. VIBRATION DES BÉTONS

1.1 Principe

Le mortier (ciment + eau + éléments fins) et le béton frais sont assimilés du point de vue rhéologique à un fluide de Bingham, c'est-à-dire un fluide possédant une cohésion et une viscosité (frottement interne) non négligeables.

Quand on vibre le béton frais à une fréquence supérieure à 12 000 tr/min, le mortier perd sa cohésion et sa viscosité diminue. Les granulats et les bulles d'air sont alors soumis à la poussée d'Archimède. Les bulles d'air vont remonter, contrariées par le frottement. Il y a une « désaération » du mélange.

La résistance mécanique ainsi que la durabilité augmentent car le mélange est plus compact.

Le remplissage du coffrage est facilité par la vibration qui fluidifie le béton frais.

Pendant que l'air remonte à la surface, les gros grains migrent vers le bas. Il y a une déhomogénéisation du mélange et ségrégation. Il faut donc trouver un juste équilibre entre ces deux phénomènes.

Le départ de l'air, s'effectuant en un temps plus court que la ségrégation des gros grains, il existe un temps optimum de vibration.

1.2 Matériel de vibration

1.2.1 Vibration interne (pervibration)

Elle s'effectue à l'aide d'une aiguille vibrante, constituée d'un cylindre métallique dans lequel tourne une masselotte excentrée. Cette masse est mise en rotation par l'intermédiaire d'un système mécanique, pneumatique ou électrique.

Une aiguille vibrante mécanique (fig. 1) est équipée d'un flexible transmettant le mouvement d'un moteur (thermique ou électrique).

Fig. 1. Aiguille vibrante mécanique.

Dans un système pneumatique, un tuyau amène l'air comprimé jusqu'à l'aiguille.

Une aiguille électrique comprend un moteur électrique muni d'une masselotte incorporée à l'aiguille et relié par un câble à une source de courant (fig. 2).

Fig. 2. Aiguille vibrante électrique.

L'aiguille vibrante étant plongée verticalement dans le béton frais, la vibration et le serrage du béton concernent un cylindre de béton dont le rayon est appelé rayon d'action de l'aiguille (fig. 3). Il dépend du diamètre de l'aiguille.

Aiguille vibrante
serré

_ Béton Béton Béton

non en cours non

serré de serrage serré

[illegible]

25 50 75 100 Ode l'aiguille (mm)

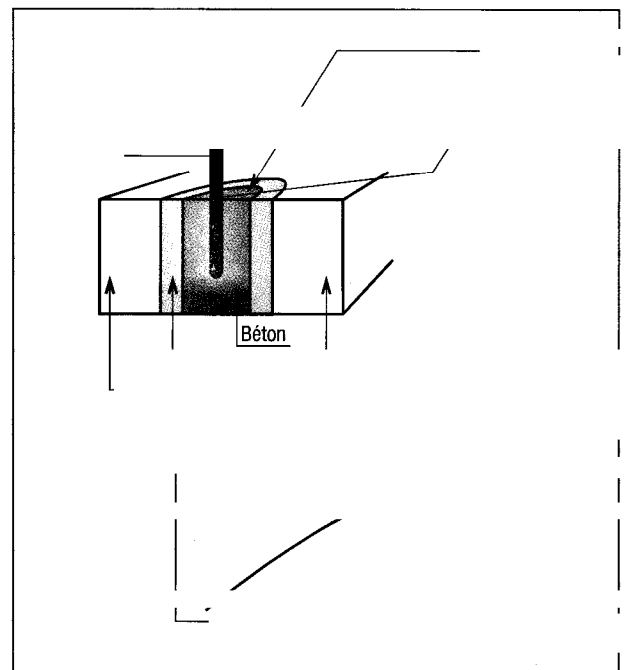
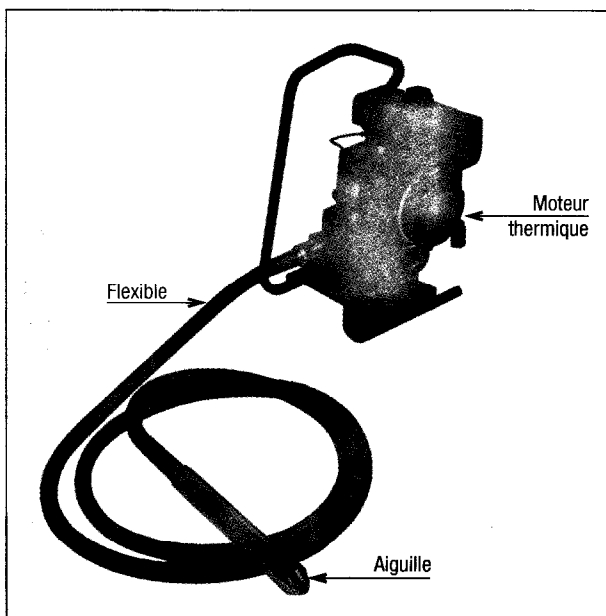
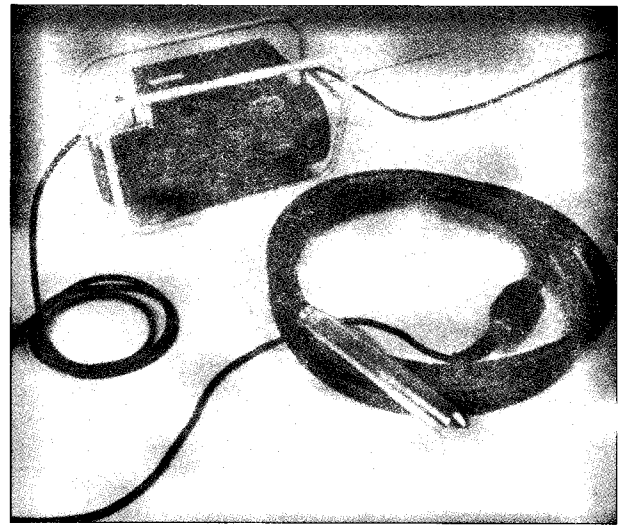
Cercle de laitance

surmontant le béton serré

R

Fig. 3. Rayon d'action d'une aiguille vibrante.

Le temps de vibration optimal (tableau 1) correspond à la fin du dégagement des bulles et à l'apparition de la laitance en surface.



chantiers : installations et matériels

NF P 03-007, AFNOR dTU P 78-207 (dTU N° 27)

1. INTRODUCTION

Le Plan d'Installation de Chantier (PIC) est aussi important que les plans d'exécution des ouvrages (PEO) (AFNOR DTU P 18-201). À partir du plan masse, il décrit de façon la plus précise possible toutes les dispositions retenues pour le bon fonctionnement du chantier (échelle minimale 1/200e ou 0,005 m/m).

Doivent y figurer (exemple: fig. 1, p. 222) :

- l'ouvrage à construire et son environnement, - l'emprise du terrain,
 - les différentes phases de terrassements, - les accès et les routes existantes,
 - les ouvrages voisins.

les installations et les matériels liés à la réalisation de l'ouvrage,

les installations liées à la présence du personnel (p. 224),

les installations réalisant l'interface avec l'extérieur (panneaux de chantier, clôture, réseaux, etc.) (p. 223).

Pour un ouvrage donné, les choix constructifs vont être différents selon:

- les dimensions du terrain disponible permettant ou non: -la mise en place d'une centrale à béton (p. 125), d'un engin de levage dans ou hors emprise,
 - le stockage de divers éléments, etc., - la préfabrication d'éléments sur place.
- la proximité ou non d'une usine de préfabrication, d'une centrale de BPE (p. 109), etc.
 - les accès et les possibilités de déchargement des camions...

Si l'ouvrage est réalisé en phases successives, plusieurs plans d'installation de chantier sont nécessaires.

2. INSTALLATIONS ET MATÉRIELS LIÉS À LA RÉALISATION

On distingue quatre principaux postes : le stockage des matériaux et du matériel, les gros matériels, les aires de travail au sol et les circulations du matériel.

2.1 stockage des matériaux On prévoit des zones de stockage pour: - les terres réutilisées pour les remblais,

- les matériaux constitutifs du béton dans le cas d'une centrale sur le chantier : parc à granulats (graviers et sable) et silos à ciment,

- les aciers: éléments façonnés ou assemblés (cages d'armatures et treillis soudés),

- les éléments préfabriqués ou semi-préfabriqués (prédalles, poutres, escaliers, etc.).

Ces deux dernières surfaces doivent être accessibles à la grue. Une aire accessible à la grue, est réservée pour l'entretien, l'assemblage et le dépôt des matériels (coffrages-outils: p. 151, étalement: p. 189, passerelles de travail : p. 217, etc.).

2.2 Gros matériel

On représente la grue (p.72) sur le PIC avec ses caractéristiques: position, longueur de flèche, hauteur sous crochet et caractéristiques de levage, ainsi que les zones de survol interdites. Les deux vues, en plan et en élévation, permettent d'indiquer les niveaux suivants:

- points hauts des bâtiments (existants et à construire), - dessous du crochet de la grue,
- point haut de la grue,

et si nécessaire, la position de la centrale à béton (en indiquant sa capacité: p. 125), qui conditionne les voies de circulation des camions pour l'approvisionnement des granulats et du ciment.

On précise l'emplacement des trémies de stockage du béton prêt à l'emploi ainsi que la position de la pompe (en cas d'utilisation de béton pompé : p. 133).

On pensera à prévoir les branchements (électricité, eau, etc.).

2.3 Aires de travail, autres stockages Selon le type du chantier et sa taille, on peut disposer: d'un atelier menuiserie, avec stockage du bois, d'un poste de ferrailage:

- à partir de barres droites, on réalise les cages d'armatures des éléments à bétonner (stockage des barres droites de longueur commerciale de 10 à 15 m, façonnage et assemblage des aciers et stockage des cages d'armatures),
- la dimension des panneaux standard de treillis soudé est de 2,40 x 4,75 m ou 2,40 x 6 m, et on évite toujours de superposer différents types de TS.

Pour un banc de prédalles, on choisit une surface voisine de 1,25 fois la surface à réaliser le jour le plus chargé. La plus petite dimension du banc sera toujours supérieure à la plus grande dimension des prédalles. Les branchements divers doivent être prévus (chauffage possible).

2.4 circulation sur l'emprise du chantier

II est souvent judicieux de placer une signalisation spécifique au chantier concernant la circulation des véhicules et des piétons.

2.4.1 Engins et camions

On réalise une voie provisoire (p.28) nécessitant un décapage de la terre végétale, la mise en place d'une forme drainante et d'une couche de forme. La largeur pour une voie de circulation est de 3 m à 4 m et de 6 m pour deux voies. Dans la mesure du possible, il est souhaitable de prévoir une entrée et une sortie distinctes et d'imposer un sens de circulation sur le chantier.

Les points de déchargement des camions et une aire de stationnement pour les camions toupies (si on utilise du béton prêt à l'emploi) sont prévus pour être facilement accessibles à la grue.

INSTALLATIONS D E CHANTIER

2

2.4.2 Piétons

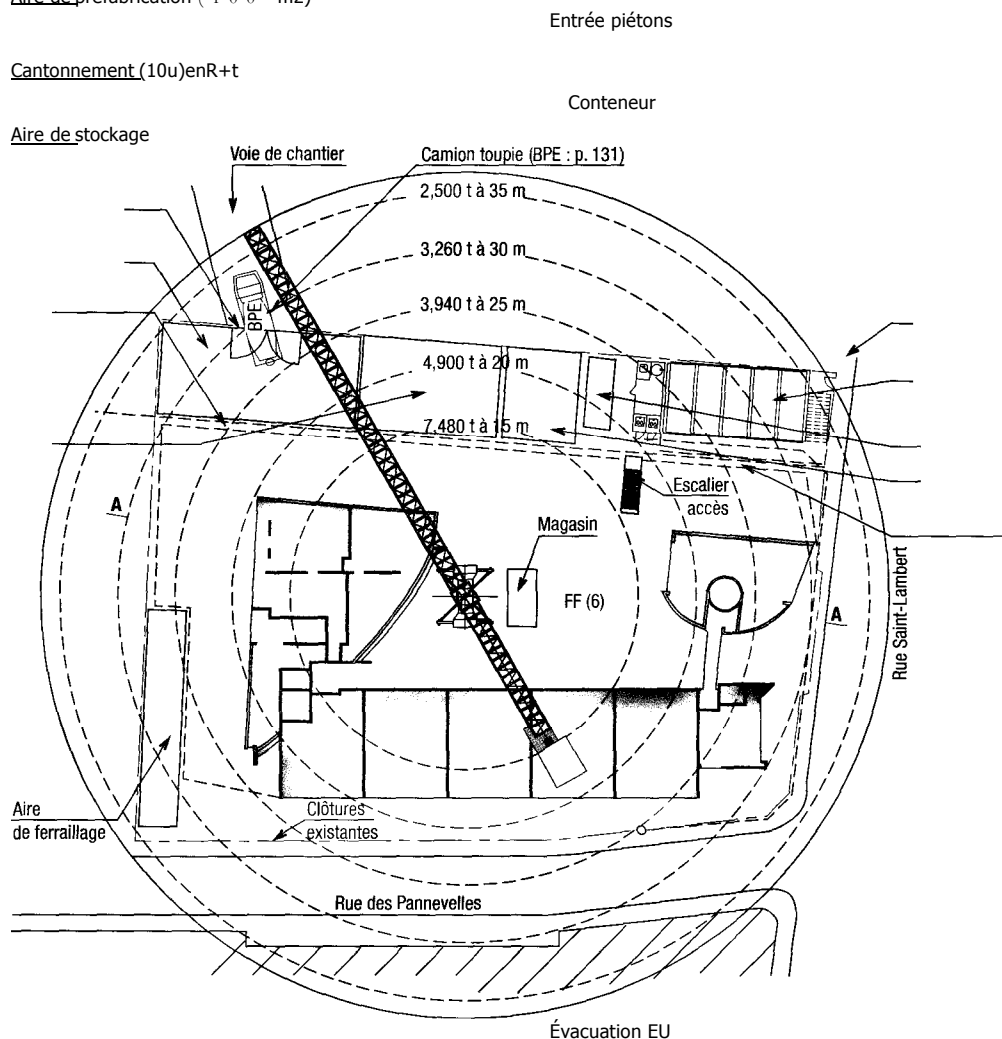
Une voie piétonne, en dur, doit être prévue entre l'extérieur et les cantonnements, afin de permettre un accès aux personnels.

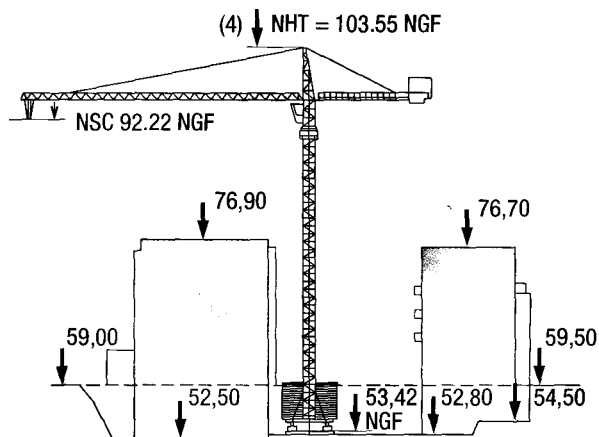
Remarque: On prévoit, si possible, deux accès distincts: un pour les véhicules et l'autre pour les piétons.

Accès chantier : portail 6 m

Aire de livraison et stockage Protection

Aire de préfabrication (1 0 0 m²)





Grue
G1
Flèche
35 m
contreflèche
17,5
Châssis
4,50 x 4,50 m
HSC (1)
38,80 m
HT (2)
NSC (3)
NHT (4)

103.55 NGF (5)
Charge en bout de flèche

2,500 t

50,13 m ⁹²⁺²² NGF (5)

(1) HSC : hauteur sous crochet (2) HT : hauteur totale
(3) NSC : niveau sous crochet

(4) NHT : niveau de la hauteur totale

(5) NGF : nivellement général de la France p. 228 (6) FF : fond de fouille

Nota : les réseaux ne figurent pas sur ce plan, et les plates-formes de terrassements ont été masquées pour simplifier la figure.

Élévation suivant AA

Fig. 1. Plan d'installation de chantier.

222 INSTALLATIONS DE CHANTIER



3. AUTORISATIONS

Dès qu'une partie de l'installation du chantier déborde sur la voie publique, les demandes d'autorisations sont à adresser aux services techniques de la mairie et/ou au commissariat de police du lieu de la construction.

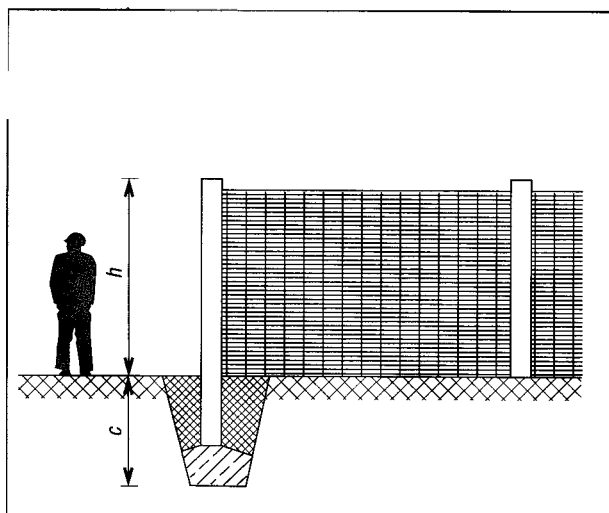
Elles concernent notamment la clôture, les dépôts de gravais et de matériaux, l'installation d'engins de levage, la mise en place d'un échafaudage sur le trottoir, mais aussi les modifications de la circulation piétonne ou routière aux abords du chantier (page 226) : interdiction de stationner, passage piétons provisoire, etc.

Une autorisation de survol par la flèche de la grue doit être demandée aux riverains concernés.

4. CLÔTURE (Fig. 2)

Pour diverses raisons de sécurité, un chantier doit être entouré d'une clôture souvent opaque, d'une hauteur de 2 à 2,50 m. Les portes doivent, de préférence, s'ouvrir vers l'intérieur du chantier pour l'accès des véhicules et l'accès des piétons. Un pictogramme doit rappeler l'obligation du port du casque à l'intérieur du chantier.

$c = \frac{h}{10} + 0,10$ m avec h en mètres



Quel que soit le résultat du calcul, la dimension « c » doit au minimum offrir une longueur de 0,40 m.

Fig. 2. Stabilité d'une clôture de chantier (étanche au vent).

5. SIGNALISATION ET AMÉNAGEMENT DE LA VOIE PUBLIQUE

Un panneau obligatoire, lisible de la voie publique, détaille les informations du permis de construire (objet du projet, maître d'oeuvre, date du permis, superficie du terrain, hauteur du sol, architecte...) ainsi que le nom des différents intervenants travaillant sur le chantier (dénomination sociale et adresse).

Des panneaux de signalisation (NF X 08-003) doivent être installés aux abords du chantier pour avertir les piétons et les automobilistes des dangers éventuels (sortie de véhicules, rétrécissement de chaussée, visibilité réduite, etc.) (page 226).

Quand la clôture fait saillie sur le trottoir, un éclairage doit être prévu. Si le passage restant est inférieur à 1 m, il faut construire un trottoir complémentaire (au même niveau) afin de rétablir cette largeur de passage de 1 m.

6. RÉSEAUX (Fig. 3)

L'ouvrage à réaliser peut être situé sur d'éventuels réseaux enterrés. Il faut donc, après avoir fait une déclaration d'ouverture du chantier (CRAM : Caisse Régionale d'Assurance Maladie (p.211), OPPBTP :

Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics (p.211), Inspection du travail), adresser une Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT) aux services suivants : EDF (chef d'exploitation), distributeur et transporteur de gaz, service de voirie, PTT, service de distribution de l'eau, mairie du lieu, et selon les cas, métropolitain, SNCF, ou autres réseaux divers (air comprimé, chauffage urbain, etc.).

Ces premières démarches effectuées, le raccordement du chantier aux réseaux utiles doit être demandé : électricité (puissance à installer, tensions), téléphone (une ou deux lignes provisoires), eau potable (un compteur à l'entrée du chantier), évacuation des eaux usées (EU), air comprimé (s'il existe un réseau sur lequel on peut se connecter),

Le concessionnaire du réseau indique alors l'emplacement possible de ce raccordement qui devra figurer sur le plan d'installation.

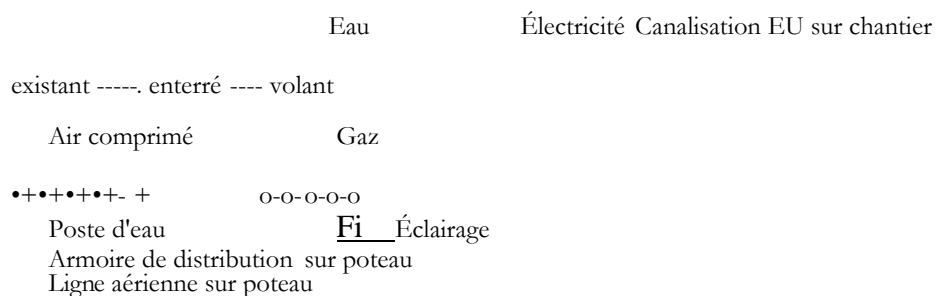


Fig. 3. Schématisation classique des réseaux.

7. GESTION DES DÉCHETS

À partir de 2002, les centres de stockage accepteront uniquement les déchets ultimes. Des plates-formes collectives de tri, de regroupement, de stockage ou de valorisation des déchets de chantier commencent à être mises en place. Des logos permettent de faciliter le tri en identifiant mieux les bennes (doc. SEBTP-ADEME).

cantonnements

DÉCRETS

DU 8/1/65 ET DU 1f70/87

Les cantonnements seront placés de préférence en dehors de l'aire de balayage de la grue et près de l'entrée du chantier. Les branchements suivants sont à prévoir : eau courante, électricité, évacuation des eaux usées, eaux vannes... (p. 223).

1. BUREAU DE CHANTIER (fig. 1)

Un bureau de chantier et une salle de réunion (fig. 1) sont mis en place dès l'ouverture du chantier à l'attention de la maîtrise d'oeuvre et de la maîtrise d'ouvrage (équipement: électricité, chauffage, téléphone, etc.).

6,21 m
Armoire

V V
N

E l

Bureau double

E

Siège

DI

Siège

Fig. 1. Exemple d'aménagement de bureau.

2. SANITAIRES (Fig. 21)

Pour tout chantier, des équipements sanitaires sont obligatoires (décrets du 8-1-65 et du 1-10-87) (fig. 2).

Les renseignements suivants concernent des chantiers dont la durée est supérieure à 4 mois. Le cas des autres chantiers est traité page 225.

Il faut mettre à disposition du personnel:

- 1 lavabo (eau potable) pour 5 personnes (1 pour 10 salariés disposant d'eau à température variable),
- 1 WC pour 10 salariés,

- 1 douche pour 8 ouvriers (non obligatoire sauf pour les travaux classés insalubres) : ratio 2 m² par douche (1 cabine de douche et 1 cabine d'habillage).

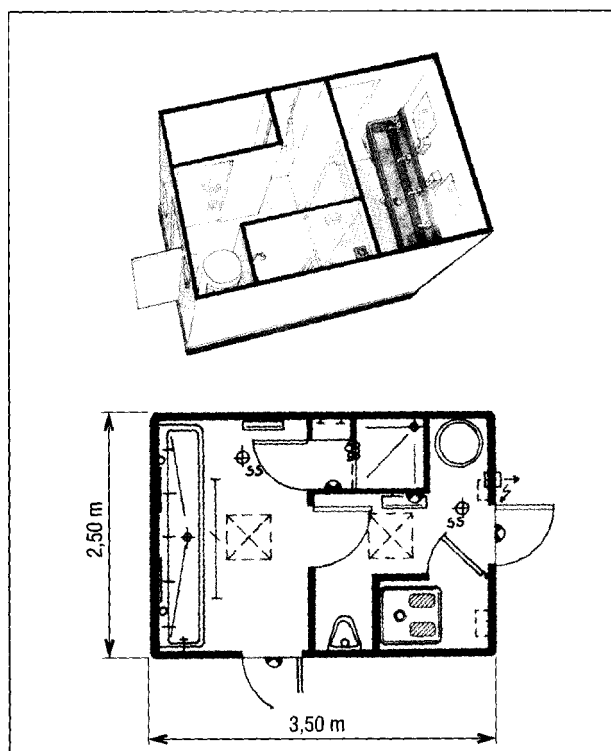


Fig. 2. Modules sanitaires de chantier tout en panneaux sandwich en polyester armé de fibres de verre, totalement moulés intérieurement et extérieurement (1 douche, 1 WC, 1 urinoir, 5 points deau avec robinetterie mélangeuse) (extrait de la documentation JCR Équipements).

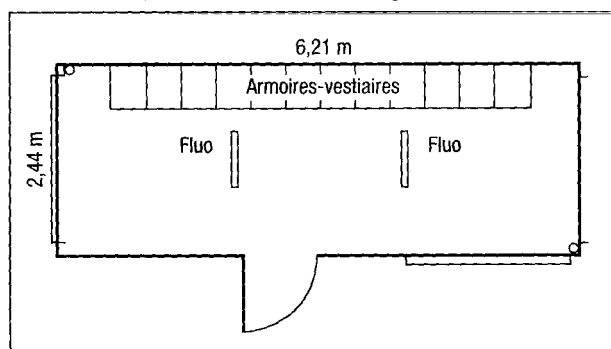


Fig. 3. Vestiaires.

3. VESTIAIRES (Fig. 3)

Un local vestiaire (porte fermant à clef) comportant, par salarié, une armoire individuelle et un siège, doit être mis à la disposition du personnel. La surface à prévoir est de l'ordre de 1 m^2 par personne.

4. RÉFECTOIRE, SALLE À MANGER (Fig. 4)

Un local réfectoire, distinct du vestiaire, disposant de sièges et de tables en nombre suffisant, équipé d'un réfrigérateur et d'appareils de cuisson, doit permettre d'accueillir le personnel. Le ratio est de l'ordre de $1,3 \text{ m}^2$ par personne.

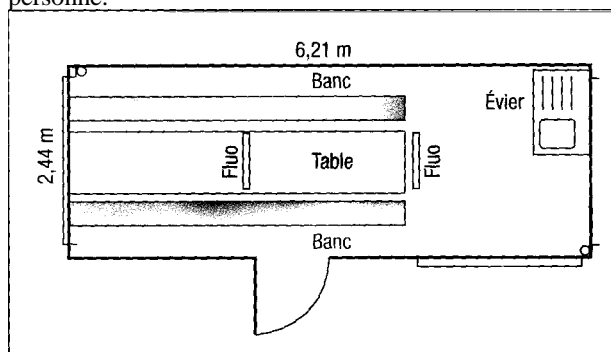


Fig. 4. Réfectoire.

5. LOCAUX DIVERS

Selon le chantier, on peut placer un local pour le gardiennage, un magasin, des locaux **d'hébergement**...

6. DISPOSITION

Quand la surface disponible est réduite, on peut placer les cantonnements sur plusieurs niveaux (fig. 5).

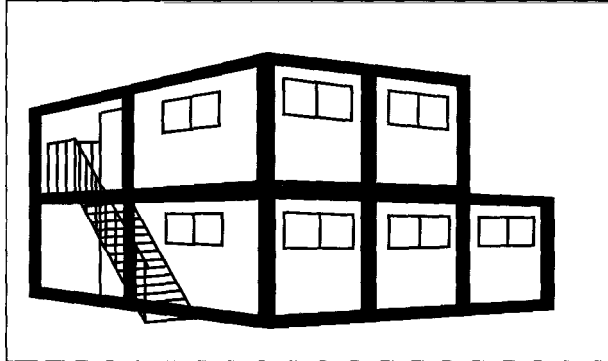


Fig. 5. Cantonnement sur deux niveaux.

7. CHANTIERS MOBILES OU DE COURTE DURÉE (INFÉRIEURE À 4 M015)

La réalisation de travaux publics (petits ouvrages d'art, routes, terrassements...) nécessite souvent des installations légères et mobiles, pour suivre la zone de travaux au fur et à mesure de son déplacement.

Les fabricants ont développé des gammes de produits « tout-en-un » adaptées à ces conditions particulières : cantonnement: figure 6, remorque tractable: figure 7, ou camion: figure 8.

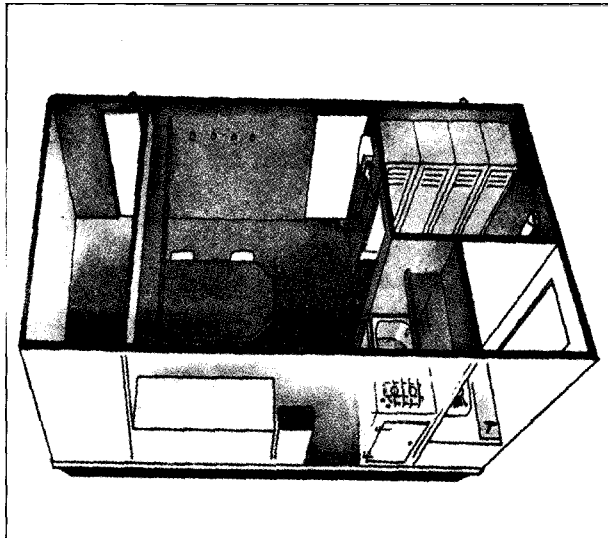


Fig. 6. Bungalow de chantier totalement autonome (magasin, vestiaire, réfectoire, sanitaire et douche pour une équipe de 4 à 5 hommes) (extrait de la documentation JCR Équipements).

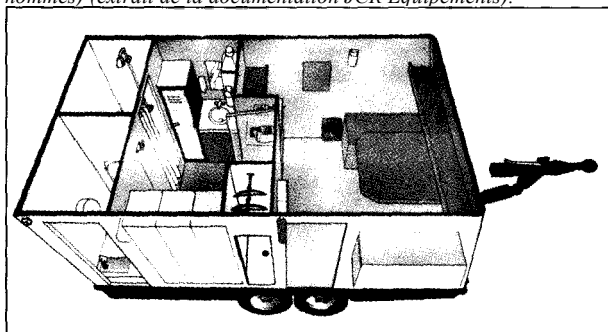


Fig. 7. Roulotte de chantier totalement autonome (vestiaire, réfectoire, sanitaire et douche pour une équipe de 4 hommes) (extrait de la documentation JCR Équipements).

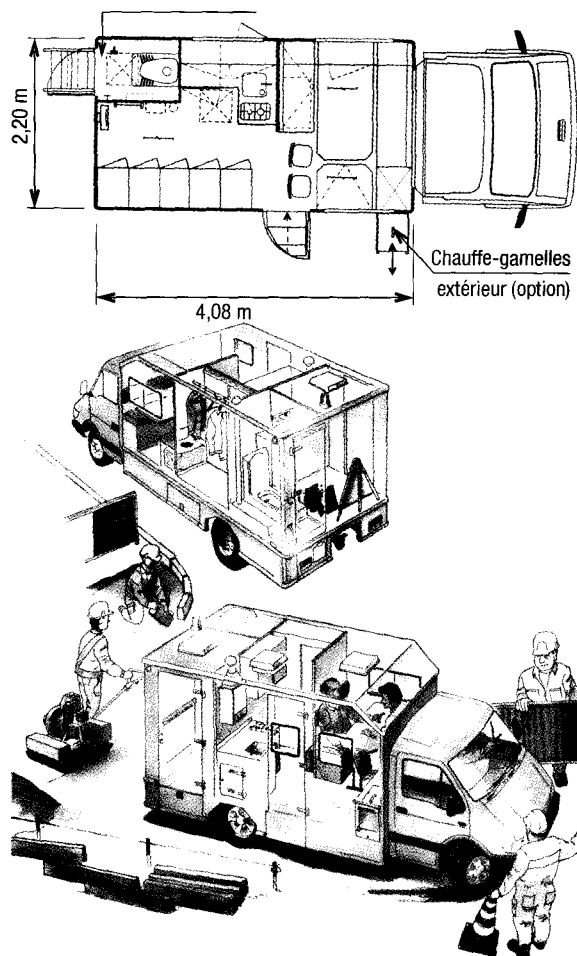


Fig. 8. Aménagement d'un fourgon de transport de personnel pour 8 personnes (vestiaire, réfectoire, sanitaire et local matériel) (extrait de la documentation JCR Équipements).

INSTALLATIONS DE CHANTIER 225

Signalisation des chantiers

« SIGNALISATION ROUTIÈRE » LIVRE 1 DE L'INSTRUCTION MINISTÉRIELLE SUR LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE (JO 7/08/74)

En l'absence de précautions particulières, les chantiers fixes ou mobiles peuvent constituer un danger, tant pour le personnel y travaillant que pour les riverains et les usagers de la voirie aux alentours du chantier. Il faut donc mettre en oeuvre des dispositifs de signalisation clairs et précis, pour signaler les installations provisoires et les modifications de circulation qu'elles induisent.

Ce chapitre résume les principales dispositions (arrêtés, circulaires ou instructions) : huitième partie « Signalisation routière » du 15/07/74 du livre I de l'instruction ministérielle sur la sécurité routière (JO du 7/08/74: arrêté du 18/07/74).

Les prescriptions s'imposent d'une manière générale à tous ceux qui exécutent pour leur compte ou celui d'un tiers, des travaux sur le domaine routier.

La signalisation doit être constituée par des signaux et des panneaux réglementaires. Les panneaux indiquant des prescriptions absolues ou les feux de signalisation, destinés à régler une circulation alternée, doivent faire l'objet d'une décision de l'autorité compétente.

f. PRINCIPES FONDAMENTAUX

La signalisation temporaire de chantier doit, pour être efficace, respecter cinq grands principes.

- Principe 1 : L'adaptation au site

Adaptée au cas par cas, la signalisation ne doit pas contraindre excessivement la circulation publique par des réductions importantes de la capacité de la route.

- Principe 2 : La cohérence

La signalisation peut donner des indications différentes de la signalisation permanente mais il faut alors masquer les panneaux concernés, pour éviter tout risque de contradiction pour l'usager.

- Principe 3 : La concentration

On se limite généralement à deux panneaux par support.

- Principe 4 : La visibilité

La visibilité des panneaux doit être assurée, moyennant quelques précautions élémentaires:

- ne pas mettre les panneaux trop près du sol ou trop loin de la chaussée;
- faire attention aux masques éventuels (plantations, équipement de la voirie...);
- ne pas masquer la signalisation permanente restant en vigueur;
- ne pas implanter de signalisation derrière un dos d'âne ou après un virage serré;
- choisir des panneaux de dimensions adaptées aux conditions locales de visibilité;
- échelonner la signalisation (tableau 1); - entretenir les panneaux.

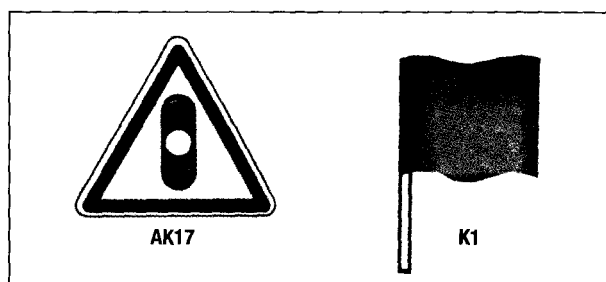


Fig. 3. Signaux lumineux (AK 17), fanions (K1).

- Principe 5 : La crédibilité

On rétablira dès que possible la signalisation permanente.

Route (1)	Écart entre panneaux (m)
Importante	100
Moyenne	50

(1) : Le niveau de signalisation, pour chaque section de route, est déterminé départementalement. Sous réserve que la dimension des panneaux, leur échelonnement et leur répétition éventuelle soient compatibles, les dispositions à prendre pour la signalisation des chantiers fixes ou mobiles sont analogues pour les routes importantes ou ordinaires. Dans tous les cas, c'est la direction de l'équipement ou service délégué qui fixe les niveaux de signalisation. Les routes importantes sont assujetties à la réglementation la plus développée. concerne la plupart des itinéraires du schéma directeur des routes nationales. Les routes ordinaires correspondent aux autres voiries.

Tableau 1. Ecart entre panneaux.

2. CONSISTANCE DE LA SIGNALISATION

La signalisation temporaire englobant la signalisation de chantier est décomposable en plusieurs catégories.





Fig. 1. Panneau AK5 (signalisation d'approche).

Elle peut être complétée par des panneaux indiquant un rétrécissement de chaussée (AK 3, AK 3a ou 3b : fig. 2).

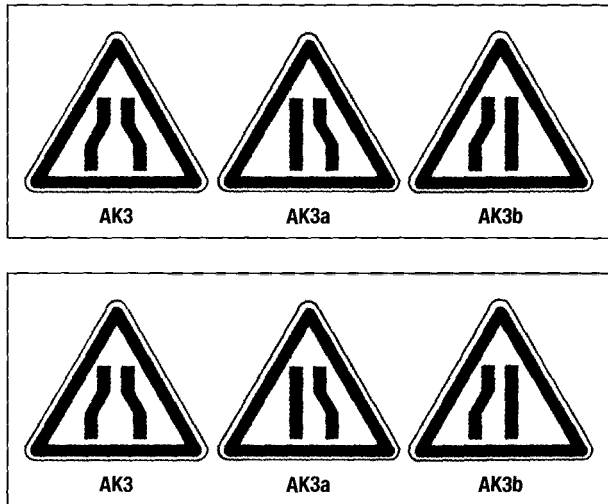


Fig. 2. Panneaux indiquant un rétrécissement de chaussée.

Cette dernière signalisation concerne essentiellement les routes importantes. On peut ajouter le cas échéant des annonces de signaux lumineux (AK 17 : figure 3) réglant la circulation, renforcées par des fanions (K1 : fig. 3).

Pour prévenir les usagers de la voirie de l'approche d'une zone de travaux, une signalisation est disposée, en amont du chantier, en dehors de la chaussée. Elle est constituée de panneaux indiquant la présence de travaux (AK5 : fig. 1).